

## ارزیابی تنوع گیاهان و بی‌مهرگان خاک‌زی در مرحله‌های تحولی توده طبیعی راش، جنگل هفت‌خال در شرق مازندران

شیرزاد محمدنژاد کیاسری<sup>۱\*</sup>، خسرو ثاقب طالبی<sup>۲</sup>، رامین رحمانی<sup>۳</sup>، دینا داستانگو<sup>۴</sup>

۱. استادیار پژوهش، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری

۲. دانشیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران

۳. دانشیار، دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

۴. کارشناس ارشد اداره کل منابع طبیعی استان مازندران، ساری

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۲/۰۱، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۲/۲۰

### چکیده

این تحقیق با هدف بررسی مشخصه‌های زادآوری طبیعی، تنوع گیاهان و بی‌مهرگان خاک‌زی در مرحله‌های تحولی توده‌های راش شامل مراحل اولیه، اوج و پوسیدگی انجام گرفت. در این بررسی در جنگل‌های دست‌نخورده هفت‌خال مازندران سه قطعه یک‌هکتاری از هر مرحله تحولی و در هر قطعه نمونه، ۱۰ ریزقطعه نمونه ۱۰۰ متر مربعی به صورت منظم تصادفی انتخاب شد. اندازه‌گیری مشخصه‌های زادآوری طبیعی، تنوع گیاهان و بی‌مهرگان خاک‌زی در ریزقطعه نمونه‌ها انجام گرفت. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که بیشترین تراکم زادآوری طبیعی در مرحله تحولی اوج بود (۷/۵ اصله در ۱۰۰ متر مربع)، ولی در دو مرحله اولیه (۲/۸ اصله در ۱۰۰ متر مربع) و پوسیدگی (۲/۹ اصله در ۱۰۰ متر مربع) اختلاف معنی‌دار نبود. براساس شاخص تنوع شانون-وینر، بیشترین تنوع گیاهی در مرحله تحولی اوج (۲/۳۷۵) و کمترین تنوع در مرحله تحولی پوسیدگی (۱/۹۲۹) وجود داشت. البته مقدار این شاخص در مرحله اولیه (۲/۱۰۶) با دیگر مرحله‌های تحولی اختلاف معنی‌داری نداشت. همچنین از نظر تنوع بی‌مهرگان خاک‌زی، شاخص‌های شانون-وینر و سیمپسون در بین مرحله‌های تحولی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. تغییر تنوع بی‌مهرگان خاک‌زی شانون-وینر نیز به ترتیب نزولی شامل مرحله‌های تحولی اوج، اولیه و پوسیدگی بود. در مجموع نتایج این تحقیق نشان داد که فراوانی زادآوری طبیعی، تنوع پوشش گیاهی و تنوع بی‌مهرگان خاک‌زی در مرحله تحولی "اوج"، شرایط مناسب‌تری از مراحل تحولی "اولیه" و "پوسیدگی" داشت.

واژه‌های کلیدی: اوج، اولیه، پوسیدگی، جنگل راش، غنا، یکنواختی.

### مقدمه

بوده و در توده‌های خالص بین ۶۰۰ تا ۷۰۰ سیلو متغیر است. همچنین تجدید حیات طبیعی راش در روشنه‌هایی با مساحت ۲۰۰ تا ۵۰۰ متر مربع از شرایط کمی و کیفی بهتری برخوردار است [۱].

سیمای طبیعی جنگل‌های هیرکانی به‌طور معمول شامل یک یا دو گونه اصلی به‌همراه دیگر گونه‌های درختی و درختچه‌ای است. این درختان در سطح‌هایی به

راش در جنگل‌های شمال کشور حدود ۱۷/۶ درصد سطح جنگل‌ها، ۳۰ درصد از حجم کل سرپا و ۲۳/۶ درصد از کل تعداد درختان را تشکیل می‌دهد. میانگین موجودی در هکتار راش در توده‌های آمیخته تا ۷۴۰ سیلو در هکتار

\* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۱۲۵۵۰۴۲۷

Email: ms.mohammadnezhadk@gmail.com

ویژه‌های برخوردار است، زیرا افزایش گوناگونی گونه‌های گیاهی و همچنین افزایش تنوع بی‌مهرگان خاک‌زی با افزایش پایداری توده‌های جنگلی مرتبط است. مهم‌ترین تأثیر تنوع گونه‌های گیاهی و بی‌مهرگان خاک‌زی بر چرخه عناصر غذایی است [۵، ۶]. تعیین الگوی دینامیک جنگل و ارتباط آن با تنوع زیستی گونه‌های علفی جنگل‌های تحت مدیریت و مدیریت‌نشده راش شرقی در جنگل صفارود رامسر نشان داد که از لحاظ شاخص شانون-وینر و همچنین سیمپسون در هر یک از عرصه‌های تحت مطالعه و به ترتیب کاهش شامل مرحله‌های تحولی اوج، اولیه و پوسیدگی بوده است. البته این اختلاف در شاخص سیمپسون عرصه مدیریت‌شده معنی‌دار بود [۷].

جنگل‌های طبیعی منطقه هیرکانی، بوم‌سازگان جنگلی گسترده‌ای است که در طی سال‌های طولانی با محیط اطراف خود به حالت تعادل رسیده و در چرخه تکاملی آن، مرحله‌های تحولی اولیه، اوج و پوسیدگی مشخص است [۳]. فرضیه اصلی تحقیق این است که مشخصه‌های زادآوری طبیعی، تنوع گیاهان و تنوع بی‌مهرگان خاک‌زی در مرحله‌های مختلف تحولی راشستان به دلیل تغییرات ساختار توده، ابعاد کمی درختان، فراوانی، متوسط سن، تاج‌پوشش و دیگر ویژگی‌های طبیعی با یکدیگر تفاوت دارند. به عبارت دیگر، این پژوهش در پی شناخت ویژگی‌های مراحل تحولی جنگل‌های طبیعی راش در منطقه بالابند جنگل‌های نکا براساس مشخصه‌های زادآوری طبیعی و تنوع گیاهان و بی‌مهرگان خاک‌زی است.

### مواد و روش‌ها

#### الف) منطقه پژوهش

این تحقیق در مناطق بالابند شرق مازندران در قطعه شاهد ۳۶ از سری ۴ بخش ۲ هفت‌خال منطقه موزی‌سا و طرح جنگلداری هفت‌خال انجام گرفت. این جنگل‌ها ساختار ناهمسال نامنظم با توزیع در تمام طبقه‌های سنی دارند. جنگل

وسعت ۱ هکتار مرحله‌های جوانی، میانسالی و کهنسالی را سپری می‌کنند که شکل‌گیری آنها به ترتیب شامل افزایش درصد فراوانی درختان کم‌قطر در مرحله اولیه، میان‌قطر در مرحله اوج و طبقات قطور و خیلی قطور در مرحله پوسیدگی است [۲]. پژوهش درباره تکامل و پویایی توده‌های جنگلی در جهان از سال ۱۹۳۰ آغاز شد و در ایران نیز پژوهش‌های مرحله‌های تحولی توسط ثاقب‌طالبی و همکاران از دو دهه قبل شکل گرفت [۳].

در مرحله تحولی اولیه، درختان دوران جوانی خود را سپری می‌کنند. تراکم درختان در این دوره خیلی بیشتر از مرحله‌های میانسالی و کهنسالی است. بیشتر درختان این مرحله از طبقه‌های کم‌قطر (قطر درخت کمتر از ۳۰ سانتی‌متر) هستند. رقابت شدید در بین پایه‌های درختان وجود دارد و این رقابت از لحاظ رشد قطری و رویش ارتفاعی در حال افزایش است. مرحله تحولی اوج یا بلوغ، معرف دوره میانسالی توده در یک جنگل طبیعی است. بیشتر درختان این مرحله از طبقه‌های میان‌قطر (قطر درختان بین ۳۰ تا ۵۰ سانتی‌متر) هستند. ساختار توده نمایانگر یک جنگل همسال و تک‌اشکوبه است. در این مرحله تعداد روشنه‌های زادآوری زیاد نیست. همچنین بیشترین مقدار حجم سرپای توده در مرحله تحولی اوج مشاهده می‌شود. از سوی دیگر در مرحله پوسیدگی که مرحله مسن شدن توده‌های جنگل طبیعی است، کاهش چشمگیر تراکم درختان، افزایش خشکه‌دارهای خیلی قطور سرپا و افتاده (قطر درختان بیشتر از ۷۵ سانتی‌متر) و وجود روشنه‌ها یا فضاهای باز که امکان بسته شدن تاج‌پوشش آنها توسط درختان حاشیه روشنه‌ها در کوتاه‌مدت وجود ندارد، مشخصه‌هایی بارزند [۳، ۴].

استفاده از شاخص‌های زادآوری طبیعی، تنوع گونه‌های گیاهی و تنوع بی‌مهرگان خاک‌زی از شیوه‌های مهم در ارزیابی‌های اکولوژیک است [۴]. در ارزیابی مرحله‌های تحولی، مفهوم تنوع زیستی نیز از اهمیت

مرحله‌های غالب در توده‌های این عرصه شاهد بود به وسعت ۱ هکتار از هر مرحله و با فواصل متوسط ۱۰۰ متر از هم انتخاب شد (شکل ۱). در مرحله اولیه که بیشترین سطح آن از فاز یک‌آشکوبه است تغییرات اولیه در آن انجام شده و وضعیت پایانی از این مرحله است. در مرحله اوج که بیشترین سطح آن از فاز یک‌آشکوبه تشکیل شده، نشانه‌های وقوع تغییرات اولیه از این مرحله مشاهده شد. مرحله پوسیدگی نیز که بیشترین سطح آن را فاز پوسیدگی تشکیل می‌دهد، در وضعیت آغازین وقوع پوسیدگی قرار دارد [۳، ۴].

#### ب) روش تحقیق

برای تعیین تنوع گیاهان در هر قطعه نمونه یک‌هکتاری با استفاده از روش منظم تصادفی در قالب شبکه  $10 \times 10$  متر، تعداد ده ریزقطعه نمونه  $100$  متر مربعی ( $10 \times 10$  متر) انتخاب شد. برای تعیین حداقل سطح بررسی‌های پوشش گیاهی از روش حلزونی و برای ترسیم نمودار نیز از شیوه کاین استفاده شد [۱۰]. همچنین ثبت فراوانی زادآوری طبیعی گونه‌های مختلف شامل نونهال‌ها و نهالهایی تا حداکثر قطر برابر سینه  $2/5$  سانتی‌متر در ارتفاع  $130$  سانتی‌متر بود که پس از برداشت‌های تنوع پوشش گیاهی در آشکوب‌های مختلف هر ریزقطعه نمونه، اندازه‌گیری و در فرم‌های زادآوری ثبت شد [۱۱]. برای مقایسه تنوع بی‌مهرگان خاک‌زی در هر یک از مرحله‌های تحولی و در مرکز هر یک از ریز قطعه نمونه‌ها،

دارای ساختار عمودی دو تا سه‌آشکوبه بوده و وضعیت بذردهی درختان خوب است. براساس اطلاعات کتابچه طرح جنگلداری هفت‌خال، میانگین، حداقل و حداکثر ارتفاع از سطح دریا در قطعه تحت مطالعه به ترتیب  $1480$ ،  $1490$  و  $1610$  متر است. تیپ خاک، قهوه‌ای پس‌دوگلی تا زرد پدزول شده و بافت خاک نیز در سطح عرصه متوسط (لومی سیلتی) و در عمق زیرین عرصه، سنگین (رسی) تا کمی سنگین (رسی سیلتی) است. عمق خاک حدود  $100$  سانتی‌متر و عمق ریشه‌دوانی خوب، از  $80$  تا  $85$  سانتی‌متر و بدون کوبیدگی خاک است [۸]. میانگین بیشترین دما در گرم‌ترین ماه سال (مرداد)  $29/2$  درجه سانتی‌گراد، میانگین کمترین دما در سردترین ماه سال (دی) صفر درجه سانتی‌گراد و میانگین بارندگی سالیانه  $618/8$  میلی‌متر است. براساس اقلیم‌نمای آمبرژه با ضریب  $Q2 = 73/7$ ، منطقه طرح جنگلداری هفت‌خال دارای اقلیم نیمه‌مرطوب معتدل است. همچنین براساس نمودار آمبروترمیک، ماه‌های خرداد، تیر و نیمه اول مرداد جزو ماه‌های خشک منطقه محسوب می‌شوند [۹].

در اجرای این تحقیق، ابتدا بخش‌هایی از قطعه  $36$  شاهد مشخص شد که براساس نقشه‌های کتابچه طرح جنگلداری دارای شرایط اداپیکایی یکسان از لحاظ طبقات شیب، طبقات ارتفاع، سنگ مادر و خصوصیات خاک‌شناسی است [۸]. در مرحله بعد، با جنگل‌گردشی، شرایط حاکم بر توده‌های جنگلی در سطح قطعه شاهد بررسی شد. سپس سه مرحله تحولی اولیه، اوج و پوسیدگی که به‌نوعی معرف سطح چشمگیری از



شکل ۱. مرحله‌های تحولی جنگل راش نکا، از راست به چپ به ترتیب مرحله‌های اولیه، اوج و پوسیدگی

انبوه و تا حدودی نامتقارن و همچنین درختان فاقد هر گونه آفات و بیماری امتیاز ۶۰ تا ۷۹، به درختان دارای کیفیت ضعیف و تنه خمیده، تاج غیرانبوه و نامتقارن، تحت فشار رقابت با درختان اطراف، دارای نشانه‌های پوسیدگی و خسارت‌های ناشی از آفات و بیماری‌ها یا شرایط نامساعد محیطی امتیاز ۴۰ تا ۵۹ و به درختان نامناسب دارای تنه کاملاً خمیده، تاج پوشش نامتقارن ضعیف، همراه با قارچ‌های تنه‌ای در بخش‌های مختلف درخت، همراه با شادابی ضعیف و در مرحله خشک شدن امتیاز ۰ تا ۳۹ داده شد [۹].

آماربرداری در طول تابستان ۱۳۹۳ و از اواسط تیر تا اواسط مرداد صورت گرفت. شایان ذکر است که در ارتفاعات بالابند ماه‌های اول فصل بهار زمان رویش اولیه گونه‌های مختلف گیاهی است. فصل‌های پاییز و زمستان نیز به دلیل ریزش برگ‌های درختان، مناسب‌ترین زمان برای تعیین تنوع پوشش گیاهی نیست. برای تعیین تنوع گیاهان براساس میزان تاج پوشش گونه‌های گیاهی در آشکوب‌های مختلف با طبقه‌بندی وان درمارل و در ارتباط با تنوع بی‌مهرگان خاک‌زی نیز از متغیر تعداد فراوانی در گروه‌های مختلف با طبقه‌بندی وان درمارل استفاده شد [۶]. بی‌مهرگان خاک‌زی حاصل از نمونه‌ها توسط قیف برلیزی جدا شدند و در محلول الکل اتیلیک به‌همراه ۵ درصد گلیسرول، نگهداری و سپس با استفاده از لوپ دوچشمی شناسایی و شمارش شدند. در این پژوهش فراوانی گروه‌های بی‌مهرگان خاک‌زی شامل کرم‌های خاکی، نماتدها، پادمان‌ها، هزارپایان، کنه‌ها، خرخاکی‌ها، پروتوراها، سیمفیلها، دیپلوراها، حشرات بالدار و شکارچیان که از این دسته خرده‌ریزخواران<sup>۱</sup> تغذیه می‌کنند شامل صدپایان، شبه‌عقرب‌ها، عنکبوت‌ها و پادرازان مطالعه شد [۱۰].

نمونه‌برداری انجام گرفت. مجموع نمونه‌های جمع‌آوری شده در مرحله‌های مختلف تحولی برابر با ۳۰ عدد بود. نمونه‌های خاک جمع‌آوری شده از بی‌مهرگان خاک‌زی با استفاده از استوانه‌ای با سطح مقطع ۸۱ سانتی‌متر مربع بود که از سطح خاک (بدون هوموس و لاشبرگ) تا عمق ۱۰ سانتی‌متر خاک برداشت شد [۱۰]. شایان ذکر است که بررسی تحقیقات نشان داد در عمق ۱۰ سانتی‌متری از سطح خاک، می‌توان به نتایج مشابه نسبت به عمق ۰ تا ۲۰ سانتی‌متری خاک دست یافت [۵، ۶].

از آنجا که ارزیابی ساختار مرحله‌های تحولی در تحقیقی جداگانه انجام پذیرفت و هدف از اجرای این تحقیق بررسی ساختار نبود، از آماربرداری صددرصد چشم‌پوشی شد [۱۴]. البته برای تعریف مشخصه‌های کمی و کیفی درختانی که در سطح ریز قطعه نمونه‌ها و مرحله‌های مختلف حضور دارند و بر متغیرهای تحت بررسی تأثیر می‌گذارند، قطر برابر سینه و ارتفاع همه درختان با قطر برابر سینه بیشتر از ۲/۵ سانتی‌متر که بخشی از تاج پوشش آنها در سطح ریز قطعه نمونه‌ها جای گرفته بود، اندازه‌گیری شد [۹]. تفکیک درصد فراوانی درختان به چهار طبقه کم قطر (کمتر از ۳۰ سانتی‌متر)، میان قطر (۳۰-۵۰ سانتی‌متر)، قطور (۷۰-۵۵ سانتی‌متر) و خیلی قطور (بیشتر از ۷۰ سانتی‌متر) انجام پذیرفت [۳، ۱۲، ۱۳]. امتیازدهی طبقات کیفی درختان نیز براساس مؤلفه‌های چندتنه بودن، راست بودن تنه درختان، وضعیت هرس طبیعی، سلامت از نظر آفات و امراض، وضعیت فرم تاج از نظر قرینه بودن، انبوهی و شادابی تاج انجام گرفت. شایان ذکر است که به کیفیت درختان بین صفر تا ۱۰۰ امتیاز داده شد [۱۵]. به درختان دارای کیفیت خوب و تنه صاف، با ارتفاع مناسب بدون شاخه فرعی، تاج پوشش انبوه و متقارن و فاقد هرگونه آفت و بیماری امتیاز ۸۰ تا ۱۰۰، به درختان دارای کیفیت مناسب و تنه سالم با اندکی خمیدگی، دوشاخگی تنه در ارتفاع پایین‌تر از ۶ متر، تاج

**ج) تجزیه و تحلیل آماری**

برآورد تنوع گیاهان و تنوع بی‌مهرگان خاک‌زی با شاخص‌های شانون-وینر و سیمپسون انجام گرفت و مقادیر غنا و یکنواختی گونه‌های گیاهی و بی‌مهرگان خاک‌زی با شاخص‌های مارگالف و هپ تعیین شد. شایان یادآوری است که شاخص شانون-وینر به گونه‌های کمیاب وزن بیشتری می‌دهد و در شاخص سیمپسون به گونه‌های غالب وزن بیشتری داده می‌شود. این دو شاخص در بیشتر مقالاتی که تنوع را از جنبه عمومی بررسی می‌کنند به‌کار می‌روند. همچنین شاخص شانون-وینر حساسیت بیشتری به تغییرات غنای مارگالف دارد و تغییرات یکنواختی هپ نیز بر شاخص سیمپسون مؤثر است. تعیین میزان تنوع با استفاده از نرم‌افزار پست<sup>۱</sup> نسخه ۳/۱۴ انجام پذیرفت [۱۱، ۱۴]. تجزیه و تحلیل میانگین آماره‌های کمی در مرحله‌های تحولی با استفاده از تجزیه واریانس یکطرفه انجام گرفت. همگنی واریانس‌ها با استفاده از آزمون لون<sup>۲</sup> و فرضیه نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف صورت گرفت. مقایسه میانگین‌ها با آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد انجام گرفت. کیفیت درختان نیز در دو مرحله تجزیه و تحلیل شد. ابتدا با استفاده از آزمون کای اسکوتر دوبعدی، تفاوت درصد فراوانی درختان در طبقات مختلف و در ارتباط با تیمارهای تحت بررسی آزمون شد. در مرحله دوم و برای هر دو دسته تیمار با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف، وضعیت کیفی درختان در طول دوره بررسی شد. در تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS استفاده شد [۱۱].

**نتایج و بحث****الف) مشخصه‌های کمی و کیفی درختان**

میانگین‌های فراوانی، قطر برابرسینه، ارتفاع، رویه‌زمینی و حجم درختان در سطح ریز قطعه نمونه مرحله‌های مختلف

تحولی اختلاف معنی‌داری را در سطح ۹۵ درصد نشان داد، به‌شکلی که میانگین قطر برابرسینه و ارتفاع درختان به‌همراه میانگین حجم در سطح ریز قطعه نمونه مرحله تحولی پوسیدگی به‌دلیل افزایش سن توده از بیشترین مقدار برخوردار بود. از سوی دیگر افزایش شایان توجه متوسط فراوانی درختان در مرحله تحولی اوج نسبت به مرحله اولیه در این تحقیق را می‌توان به‌دلیل ورود توده‌ها در سال‌های انتهایی مرحله اولیه و وجود توده‌ها در مرحله ابتدایی مرحله اوج دانست. همچنین در این زمینه، شروع آماربرداری از قطر برابرسینه ۲/۵ سانتی‌متر و تأثیر افزایش متوسط زادآوری طبیعی در مرحله تحولی اوج را نسبت به مرحله اولیه می‌توان مؤثر دانست. در مجموع نتیجه این تأثیرات در کاهش نسبی مقادیر متوسط قطر برابرسینه درختان و همچنین متوسط حجم در ریز قطعه نمونه عرصه اوج نسبت به عرصه اولیه قابل تعریف است (جدول ۱). شایان ذکر است که داده‌های حاصل از آماربرداری‌های صددرصد از مرحله‌های تحولی راشستان این منطقه و برای سال‌های ۱۳۸۷ و ۱۳۹۵ نتایج یکسانی را نشان داد [۴، ۱۵].

برای تمایز بیشتر بین مرحله‌های مختلف تحولی، درصد فراوانی گروه‌های کم‌قطر، میان‌قطر، قطور و خیلی قطور مرحله‌های تحولی در شکل ۲ آمده است. مرحله تحولی اولیه از بیشترین درصد فراوانی درختان کم‌قطر برخوردار بود. در مرحله تحولی اوج درختان میان‌قطر و در مرحله تحولی پوسیدگی نیز درختان قطور و خیلی قطور بیشترین درصد فراوانی را داشتند. شایان ذکر است که نتایج درصد فراوانی گروه‌های کم‌قطر، میان‌قطر، قطور و خیلی قطور این مرحله‌های تحولی در سال‌های ۱۳۸۷ و ۱۳۹۵ نتایج مشابهی را نشان داد [۱۴]. از سوی دیگر براساس آزمون کای اسکوتر در هر مرحله تحولی مشخص شد که بیشترین فراوانی معنی‌دار درختان در طبقه کیفی خوب جای داشت (سطح احتمال ۱ درصد). البته ارزیابی کیفی با استفاده از آزمون کای اسکوتر دوبعدی نشان داد که درصد تغییرات

1. Past  
2. Levene

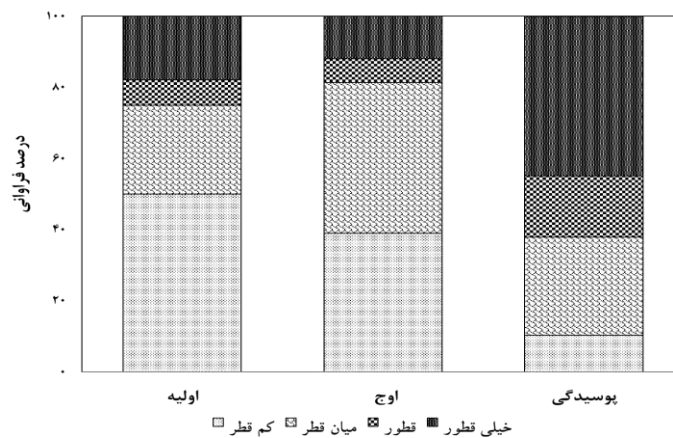
مرحله‌های تحولی اوج ( $K.Z=0/772$ ) و پوسیدگی ( $K.Z=0/451$ ) تفاوت معنی‌داری نداشتند. با وجود افزایش نسبی فراوانی درختان با کیفیت خوب در مرحله اوج نسبت به مرحله پوسیدگی، بین این دو مرحله نیز از نظر کیفیت درختان و با اطمینان ۹۵ درصد تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ( $K.Z=0/232$ ).

فراوانی درختان در طبقات مختلف کیفی بین مرحله‌های مختلف تحولی راشستان اختلاف معنی‌داری نداشت (سطح احتمال ۰/۳۵۹). با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف مرحله‌های تحولی به‌صورت دوه‌دو نیز آزمون شد (شکل ۳). براساس نتایج این ارزیابی، درختان مرحله تحولی اولیه، با وجود کیفیت ضعیف‌تر، از نظر آماری با

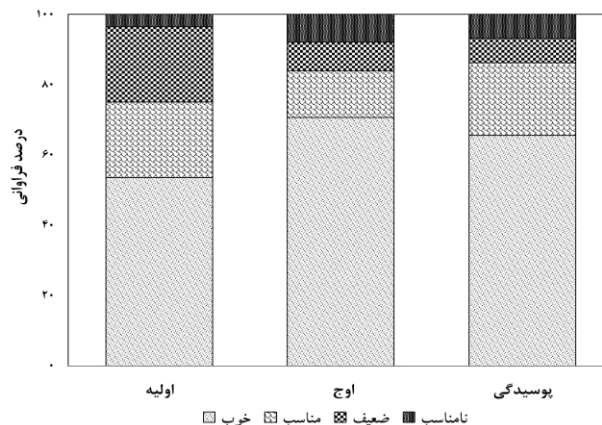
جدول ۱. مقایسه میانگین‌های کمی درختان در سطح ریز قطعه نمونه مرحله‌های تحولی جنگل راش

سطح معنی‌داری	مرحله‌های تحولی			میانگین مشخصه‌های کمی درختان
	پوسیدگی	اوج	اولیه	
۰/۰۰۷	۶۳/۷۶ (۱۶/۷۶) a	۳۸/۵۰ (۱۳/۵۹) b	۴۲/۹۸ (۲۰/۸۸) b	قطر برابر سینه (سانتی‌متر)
۰/۰۰۱	۴۲/۷۷ (۷/۸۸) a	۳۲/۵۷ (۳/۹۶) b	۲۶/۴۷ (۹/۱۷) b	ارتفاع (متر)
۰/۰۰۲	۱۵/۳۴ (۸/۰۷) a	۴/۳۲ (۳/۶۹) b	۵/۶۸ (۷/۸۹) b	حجم (مترمکعب)
۰/۰۰۱	۵/۶۷ (۲/۰۵) b	۸/۵۱ (۲/۲۵) a	۳/۶۱ (۲/۲۱) c	رویه زمینی (متر مربع)
۰/۰۰۱	۲/۹ (۰/۲۵) b	۷/۵ (۰/۳۵) a	۲/۸ (۰/۵۰) b	تراکم (فراوانی)

اعداد داخل پرانتز معرف انحراف معیار و حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دارند (سطح احتمال ۵ درصد).



شکل ۲. میانگین درصد فراوانی درختان در گروه‌های مختلف قطری



شکل ۳. میانگین درصد فراوانی درختان در طبقه‌های مختلف کیفی

جدول ۲. مقایسه تراکم زادآوری طبیعی در ریزقطعه نمونه‌های ۱۰۰ متر مربعی مرحله‌های تحولی جنگل راش

سطح معنی‌داری	مرحله‌های تحولی			زادآوری طبیعی
	پوسیدگی	اوج	اولیه	
۰/۰۴۷	۲۶/۳۰ (۱۴/۵۰) b	۴۱/۶۰ (۲۹/۳۷) a	۲۵/۵۰ (۱۷/۵۱) b	میانگین تراکم زادآوری
۰/۰۳۴	۱۴/۳۰ (۹/۹۲) b	۳۶/۶۰ (۲۶/۳۷) a	۲۰/۴۰ (۱۳/۰۴) b	راش
۰/۵۰۶	۱/۵۰ (۱/۹۰) ns	۱/۹۰ (۳/۵۱) ns	۳/۸۰ (۶/۹۸) ns	ممرز
۰/۰۰۱	۱۰/۵۰ (۸/۵۰) a	۲/۴۰ (۲/۱۷) b	۱/۱۰ (۳/۱۴) b	پلت
۰/۶۱۲	۰/۰۰ (۰/۰۰) ns	۰/۳۱ ۰/۱۰ (ns)	۰/۱۰ (۰/۳۱) ns	شیردار
۰/۰۴۵	۰/۰۰ (۰/۰۰) b	۰/۵۰ (۰/۷۰) a	۰/۱۰ (۰/۳۱) ab	بلندمازو
۰/۳۱۸	۰/۰۰ (۰/۰۰) ns	۰/۱۰ (۰/۳۱) ns	۰/۰۰ (۰/۰۰) ns	توسکای بیلاقی

اعداد داخل پرانتز معرف انحراف معیار و حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در بین میانگین‌ها هستند.

### ب) تراکم زادآوری طبیعی

بررسی میانگین تراکم زادآوری طبیعی در سطح ریزقطعه نمونه‌ها نشان داد که بین مرحله‌های تحولی تفاوت معنی‌داری وجود داشت، به شکلی که مشابه میزان فراوانی درختان در سطح ریزقطعه نمونه‌ها، مرحله تحولی اوج بیشترین میانگین تراکم زادآوری طبیعی را داشت و مرحله‌های تحولی اولیه و پوسیدگی در مرتبه دوم جای گرفتند (جدول ۲). شایان ذکر است که در مرحله تحولی اولیه، پنج گونه شامل راش (۸۰ درصد)، ممرز (۱۴/۹ درصد)، پلت (۴/۳ درصد)، شیردار (۰/۴ درصد) و بلندمازو (۰/۴ درصد) حضور داشتند. در مرحله تحولی اوج، شش گونه شامل راش (۸۸ درصد)، ممرز (۴/۶ درصد)، پلت (۵/۸ درصد)، شیردار (۰/۲ درصد)، بلندمازو (۱/۲ درصد) و توسکای بیلاقی (۰/۲ درصد)، و در مرحله تحولی پوسیدگی نیز سه گونه راش (۵۴/۴ درصد)، ممرز (۵/۷ درصد) و پلت (۳۹/۹ درصد) مشاهده شد. همچنین گونه‌های راش، پلت و ممرز بیشترین تأثیر را در زادآوری طبیعی هر سه مرحله تحولی راشستان داشتند (جدول ۲).

نتایج این تحقیق نشان داد که میانگین تراکم زادآوری طبیعی در مرحله‌های تحولی اولیه، اوج و پوسیدگی به ترتیب ۰/۲۵، ۰/۴۲ و ۰/۲۶ اصله در متر مربع بوده است (جدول ۲). نتایج طرح پژوهشی بررسی مرحله‌های

تحولی جنگل راش این منطقه در سال ۱۳۸۷ نشان داد که میانگین تراکم زادآوری طبیعی در مرحله‌های تحولی اولیه، اوج و پوسیدگی به ترتیب ۰/۲۵، ۰/۴۲ و ۴/۲۵ اصله در متر مربع بود [۱۵]. نتایج اجرای طرح تحقیقاتی بررسی مرحله‌های تحولی جنگل راش در استان گلستان نیز نتایج مشابهی را نشان داد، به شکلی که میانگین تراکم زادآوری طبیعی در مرحله‌های تحولی اولیه، اوج و پوسیدگی به ترتیب ۰/۲۵، ۰/۸ و ۰/۳ اصله شد [۹]. شایان ذکر است که اگرچه میانگین تراکم زادآوری طبیعی در مرحله‌های تحولی اوج و در بخش‌هایی که تاج پوشش بسته داشته از لحاظ عملیات پرورشی اهمیت چندانی ندارد، به لحاظ اکولوژیک، میزان تراکم و ترکیب زادآوری طبیعی در شناخت مرحله‌های تحولی اهمیت زیادی دارد و شاخص‌های تنوع گیاهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

شایان یادآوری است که در مرحله تحولی پوسیدگی، به علت مسن شدن درختان و افزایش ابعاد آنها، تراکم و کیفیت درختان به تدریج کاهش پیدا می‌کند، فراوانی خشکه‌دارها افزایش می‌یابد و در ادامه فاز پوسیدگی تقویت می‌شود. پس از آن با استقرار تجدید حیات طبیعی، فاز تجدید حیات شکل می‌گیرد. با شروع فاز تجدید حیات در مرحله پوسیدگی، میانگین تراکم زادآوری طبیعی نسبت به هر یک از فازها و مرحله‌های تحولی اولیه و اوج

### ج) تنوع گونه‌های گیاهی

شناسایی گیاهان در مرحله‌های تحولی نشان داد که در جنگل راش بررسی شده، ۴۷ گونه گیاهی شامل شش گونه درختی، شش گونه درختچه‌ای و ۳۵ گونه علفی وجود دارد. مقایسه فراوانی خانواده‌های گیاهی نیز مشخص کرد که خانواده‌های *Rosaceae* با پنج گونه، *Umbelliferae* با سه گونه و خانواده‌های *Aspidiaceae* *Aceraceae* *Euphorbiaceae* و *Fagaceae* هر کدام با دو گونه بیشترین فراوانی را داشتند. مقایسه میانگین شاخص‌های تنوع گیاهی نیز نشان داد که براساس شاخص شانون، بیشترین تنوع گونه‌ای گیاهان در مرحله تحولی اوج و کمترین تنوع گونه‌ای گیاهان در مرحله تحولی پوسیدگی بود. مقدار شاخص شانون در مرحله تحولی اولیه نیز حالت بینابینی داشت (جدول ۳). همچنین مقدار میانگین شاخص سیمپسون علی‌رغم نبود اختلاف معنی‌دار به ترتیب کاهش شامل مرحله‌های تحولی اوج، اولیه و پوسیدگی بود. شایان ذکر است که مقادیر شاخص‌های تنوع تحت تأثیر غنا و یکنواختی است. براساس نتایج این پژوهش، اگرچه میانگین شاخص یکنواختی هیپ در بین مرحله‌های تحولی اختلاف معنی‌داری نداشت، به ترتیب کاهش شامل مرحله‌های تحولی اولیه، اوج و پوسیدگی بود. از سوی دیگر مقدار بیشینه میانگین شاخص غنای مارگالف در مرحله تحولی اوج و مقدار کمینه آن در مرحله‌های تحولی اولیه و پوسیدگی بود (جدول ۳).

بیشتر خواهد شد. از سوی دیگر در مرحله تحولی پوسیدگی و با ایجاد فضاهای بسیار باز و گسترده تجدید حیات طبیعی کاهش خواهد یافت. همچنین اگرچه در ابتدای مرحله اولیه، میزان تجدید حیات از فراوانی چشمگیری برخوردار است، در انتهای مرحله اولیه به دلیل افزایش رشد درختان، کاهش فضای باز و کمبود درختان مادری بذرده، فراوانی تجدید حیات کاهش می‌یابد. در تحقیق حاضر نیز به دلیل قرار داشتن توده‌های راشستان در انتهای مرحله تحولی اولیه و همچنین در ابتدای مرحله تحولی پوسیدگی، تجدید حیات در توده‌های مرحله تحولی اوج از بیشترین مقدار برخوردار بود [۳، ۴]. شایان ذکر است که نتایج یک تحقیق نشان داد با افزایش مساحت روشنه‌ها، تراکم زادآوری طبیعی کاهش می‌یابد، به شکلی که روشنه‌های بزرگ‌تر از ۱۰۰۰ متر مربع دارای کمترین تراکم زادآوری طبیعی بود [۱۶]. بیشترین تراکم زادآوری راش نیز در روشنه‌هایی با مساحت ۲۰۰ تا ۵۰۰ متر مربع به دست آمد و در مجموع نتایج این پژوهش‌ها در جنگل‌های هیرکانی نشان داد که روشنه‌های کوچک تا متوسط محیط مطلوب‌تری را برای استقرار زادآوری طبیعی و بهبود مشخصه‌های کمی و کیفی نونهال‌ها و نهال‌ها ایجاد می‌کند [۱۷]. به همین دلیل توجه به حفظ خشکه‌دارها در مرحله تحولی اوج، علاوه بر تأثیرات مثبت اکولوژیک می‌تواند به ایجاد زادآوری طبیعی و مؤثر منجر شود [۳].

جدول ۳. مقایسه شاخص‌های تنوع گیاهان در مرحله‌های تحولی راش

سطح معنی‌داری	مرحله‌های تحولی			شاخص‌های گونه‌ای
	پوسیدگی	اوج	اولیه	
۰/۰۲۸	۱/۹۲۹ (۰/۳۱) b	۲/۳۷۵ (۰/۳۳) a	۲/۱۰۶ (۰/۴۹) ab	تنوع شانون - وینر
۰/۱۹۷	۰/۷۴۳ (۰/۱۱) ns	۰/۸۵۳ (۰/۱۹) ns	۰/۸۱۶ (۰/۲۶) ns	تنوع سیمپسون
۰/۴۲۶	۰/۶۲۷ (۰/۰۲) ns	۰/۶۹۰ (۰/۰۳) ns	۰/۶۹۶ (۰/۰۹) ns	یکنواختی هیپ
۰/۰۱۹	۳/۵۳۲ (۰/۸۱) b	۴/۲۶۱ (۰/۶۷) a	۳/۴۶۰ (۰/۷۲) b	غنای مارگالف

اعداد داخل پرانتز معرف انحراف معیار و حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار است (سطح احتمال ۵ درصد).



پادمان‌ها، کنه‌ها و سیمیفیلاها بیشترین تراکم را در مرحله‌های تحولی جنگل راش داشتند. در مرحله تحولی اولیه، پادمان‌ها ۵۳/۳۷ درصد، کنه‌ها ۳۳/۷۵ درصد و سیمیفیلاها ۶/۳۶ درصد بودند که در مجموع ۸۷/۱۲ درصد از تراکم بی‌مهرگان خاک‌زی را تشکیل دادند. در مرحله تحولی اوج، سهم بی‌مهرگان خاک‌زی شامل پادمان‌ها ۶۰/۲۷ درصد، کنه‌ها ۲۸/۴۵ درصد و سیمیفیلاها ۳/۸۳ درصد شد که در مجموع ۹۲/۵۵ درصد از تراکم بی‌مهرگان خاک‌زی را به خود اختصاص دادند. در مرحله تحولی پوسیدگی نیز، پادمان‌ها ۴۸/۵۷ درصد، کنه‌ها ۴۰/۱۹ درصد و سیمیفیلاها ۲/۳۵ درصد بودند که در مجموع ۹۱/۱۱ درصد از تراکم بی‌مهرگان خاک‌زی را شامل شدند (جدول ۴). شایان ذکر است که تحقیقات متعدد در خصوص فراوانی گروه‌های بی‌مهرگان خاک‌زی در عرصه‌های منابع طبیعی مناطق پایین‌بند شمال کشور مشخص کرد که حشرات بالدار نیز به همراه گروه‌های پادمان‌ها، کنه‌ها و سیمیفیلاها بیشترین درصد فراوانی بی‌مهرگان خاک‌زی را به خود اختصاص داده‌اند [۶، ۱۰، ۱۱].

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که بین مرحله‌های تحولی اولیه، اوج و پوسیدگی از نظر میانگین تنوع بی‌مهرگان خاک‌زی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت؛ با این حال میانگین تنوع بی‌مهرگان خاک‌زی با شاخص‌های شانون-وینر و سیمپسون به ترتیب کاهش شامل مرحله‌های تحولی اوج، اولیه و پوسیدگی بود. تنوع بی‌مهرگان خاک‌زی تحت تأثیر مقادیر یکنواختی و غنا است. مقایسه میانگین‌های شاخص یکنواختی هپ در بین مرحله‌های مختلف تحولی نشان داد که مرحله تحولی پوسیدگی بیشترین مقدار را داشت و تغییرات آن به ترتیب کاهش نیز شامل مرحله‌های تحولی پوسیدگی، اولیه و اوج بود. از سوی دیگر، بین مقادیر میانگین غنای گروه‌های بی‌مهرگان خاک‌زی در مرحله‌های تحولی راشستان، اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد؛ با این حال میانگین غنای مارگالف در مرحله‌های تحولی اوج، اولیه و پوسیدگی به ترتیب کاهش یافت (جدول ۵).

تنوع گونه‌ای پوشش گیاهی در مرحله‌های تحولی اولیه، اوج و پوسیدگی، تحت تأثیر متغیرهای نوع و سطح فازهای تشکیل‌دهنده هر یک از مرحله‌های تحولی، مساحت روشنه‌ها، تراکم و ترکیب گونه‌های گیاهی در آشکوب‌های مختلف، زادآوری طبیعی، تغییرات شرایط خاک و همچنین وضعیت کمی و کیفی درختان است [۱۷]. شایان توضیح است که ایجاد روشنه‌های بزرگ‌تر و شکل‌گیری مرحله تحولی پوسیدگی که با کاهش تراکم درختان و افزایش فاصله بین آنها همراه است، به معنای روند افزایش خطی در مقدار تنوع گیاهی توده‌های جنگل طبیعی نیست. در همین زمینه، نتایج یک پژوهش درباره تأثیر اندازه‌های مختلف روشنه‌های طبیعی بر تنوع و ترکیب گیاهان جنگل‌های آمیخته اسالم نشان داد که بین طبقه‌های روشنه (کوچک، متوسط، بزرگ و بسیار بزرگ) اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. مناسب‌ترین مساحت روشنه‌ها برای نگهداری تنوع گونه‌های چوبی در توده‌های آمیخته نیز بین ۲۰۰ تا ۵۰۰ متر مربع (طبقه متوسط) تعیین شد [۱۸]. شایان ذکر است که تغییر نیافتن غنا و تنوع نداشتن پوشش گیاهی در سطوح مختلف روشنه‌ها با تحقیقات سفیدی و همکاران (۲۰۱۱) و ابراری (۲۰۱۲) نیز تأیید شد [۱۹، ۲۰]. در مجموع تحقیق حاضر نشان داد که مرحله تحولی اوج نسبت به مرحله‌های اولیه و پوسیدگی دارای بیشترین تنوع گونه‌ای گیاهان بود. در همین زمینه، بررسی تنوع گونه‌های علفی در مرحله‌های تحولی جنگل‌های تحت مدیریت و مدیریت‌نشده راش شرقی در صفارود رامسر نیز نتایج مشابهی را به ترتیب کاهش نشان داد [۸].

#### د) تنوع بی‌مهرگان خاک‌زی

از ۳۰ نمونه خاک برداشت‌شده در مرحله‌های مختلف تحولی راشستان در منطقه بالابند هفت‌خال، ۵۷۹۶ موجود متعلق به ۱۴ گروه از بی‌مهرگان خاک‌زی جداسازی و شناسایی شد. میانگین تراکم بی‌مهرگان خاک‌زی در مرحله‌های تحولی اولیه، اوج و پوسیدگی به ترتیب ۲۶۳۷۹/۶۰ عدد، ۲۸۳۸۰/۳۰ عدد و ۱۶۸۰۸/۳۵ عدد خاک‌زی در متر مربع بود. گروه‌های

جدول ۴. میانگین و درصد فراوانی گروه‌های بی‌مهرگان خاک‌زی در متر مربع

گروه‌های بی‌مهرگان خاک‌زی	عرصه‌های جنگلکاری مورد بررسی					
	مرحله اولیه		اوج		پوسیدگی	
	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد
کرم‌های خاکی	۱۱۱/۱۵	۰/۴۱	۲۰۹/۹۵	۰/۷۴	۲۵۹/۳۵	۱/۵۴
حشرات بالدار	۶۴۲/۲۰	۲/۴۳	۶۴۲/۲۰	۲/۲۶	۵۰۶/۳۵	۳/۰۱
کنه‌ها	۸۹۰۴/۳۵	۳۳/۷۵	۸۰۷۶/۹۰	۲۸/۴۵	۶۷۵۵/۴۵	۴۰/۱۹
شبه‌عقرب‌ها	۱۲۳/۵۰	۰/۵۰	۳۷/۰۵	۰/۱۳	.	.
عنکبوت‌ها	۲۴/۷۰	۰/۰۹	۸۶/۴۵	۰/۳۰	۱۲/۳۵	۰/۰۷
پادرازاها	۱۲/۳۵	۰/۰۵	.	.	.	.
پادمان‌ها	۱۴۰/۷۹	۵۳/۳۷	۱۷۱۰۴/۷۵	۶۰/۲۷	۸۱۶۳/۳۵	۴۸/۵۷
بی‌شاخکان (پروتوراها)	۲۹۶/۴	۱/۱۲	۷۹۰/۴۰	۲/۸۰	۳۴۷	۱/۴۷
دم‌چنگالان (دیپلوراها)	۹۸/۸۰	۰/۳۷	۳۴/۷۰	۰/۰۹	۱۴۸/۲۰	۰/۸۸
هزارپاها	۲۰۹/۹۵	۰/۸۰	۱۶۰/۵۵	۰/۵۷	۱۹۷/۶۰	۱/۱۸
صدپاها	۸۶/۴۵	۰/۳۳	۸۶/۴۵	۰/۳۰	۷۴/۱۰	۰/۴۴
سیمفیلها	۱۶۷۹/۶۰	۶/۳۶	۱۰۸۶/۸۰	۳/۸۳	۳۹۵/۲۰	۲/۳۵
پروپداها	۸۶/۴۵	۰/۳۳	۶۱/۷۵	۰/۲۲	۴۹/۴۰	۰/۳۰
خرخاکی‌ها	۲۴/۷۰	۰/۰۹	۱۲/۳۵	۰/۰۴	.	.
مجموع	۲۶۳۷۹/۶۰	۱۰۰	۲۸۳۸۰/۳۰	۱۰۰	۱۶۸۰۸/۳۵	۱۰۰

جدول ۵. مقایسه شاخص‌های تنوع بی‌مهرگان خاک‌زی در مرحله‌های تحولی جنگل راش

شاخص‌های بی‌مهرگان خاک‌زی	مرحله‌های تحولی			سطح معنی‌داری
	اولیه	اوج	پوسیدگی	
تنوع شانون - وینر	۱/۹۰۵ (۰/۲۷۰) ns	۱/۹۲۵ (۰/۱۵۲) ns	۱/۸۵۵ (۰/۲۷۵) ns	۰/۷۹۸
تنوع سیمپسون	۰/۸۲۷ (۰/۰۴۶) ns	۰/۸۳۲ (۰/۰۳۴) ns	۰/۸۲۵ (۰/۰۵۴) ns	۰/۹۳۶
یکنواختی هیپ	۰/۸۵۶ (۰/۰۶۰) b	۰/۸۴۵ (۰/۰۸۶) b	۰/۹۱۶ (۰/۰۳۹) a	۰/۰۴۵
غنای مارگالف	۲/۰۴۴ (۰/۴۸۷) ns	۲/۰۸۴ (۰/۲۷۸) ns	۱/۷۷۷ (۰/۴۳۸) ns	۰/۲۱۰

اعداد داخل پرانتز معرف انحراف معیار است. ns نشان‌دهنده نبود اختلاف معنی‌دار است (سطح احتمال ۵ درصد).

تحولی اوج با داشتن بیشترین میانگین تراکم درختان (جدول ۱)، بیشترین فراوانی درختان با کیفیت خوب (شکل ۳) و همچنین افزایش حجم لاشبرگ‌ها [۱۸]، بیشترین میانگین بی‌مهرگان خاک‌زی را به ترتیب کاهش دارا بود. از سوی دیگر مرحله تحولی پوسیدگی که با افزایش سن درختان توده با کاهش تراکم و افزایش فاصله بین درختان مسن همراه می‌شود، موجب تقویت نفوذ نور خورشید به کف جنگل و کاهش مقدار لاشبرگ‌هاست. نونهال‌ها و نهال‌های جوان نیز در سطح مرحله تحولی پوسیدگی به صورت مترکم و در کنار یکدیگر می‌رویند؛ در نتیجه بخش‌هایی از لایه سطحی خاک

مقایسه توده‌های راش آمیخته در سه جنگل بکر، طبیعی و مدیریت‌شده با شیوه تک‌گزینی واقع در جنگل شصت‌کلاته گرگان اختلاف معنی‌داری را از نظر تنوع ماکروفون خاک نشان نداد [۷]. از سوی دیگر، بررسی ماکروفون خاک در لایه ۱۰ سانتی‌متری سطح خاک زیر تاج‌پوشش جنگل و روضه‌ها در جنگل راش آمیخته واقع در منطقه شصت‌کلاته گرگان نشان داد که میانگین شاخص شانون و همچنین میانگین زی‌وزن ماکروفون خاک در زیر تاج‌پوشش درختان به شکل معنی‌داری بیشتر از روضه‌ها بود [۸]. شایان ذکر است که تحقیق حاضر مشخص کرد مرحله

موجب افزایش معنی‌دار تنوع گونه‌ای گیاهان نسبت به مرحله‌های اولیه و پوسیدگی شد. همچنین وجود درختان میانسال با کیفیت خوب و تجمع لاشبرگ‌های کف جنگل و روشنه‌هایی که به‌صورت پراکنده وجود داشت، تقویت بیشتر بی‌مهرگان خاک‌زی را به‌ترتیب کاهش نسبت به مرحله‌های اولیه و پوسیدگی فراهم کرد. مدیریت و توسعه توده‌ها در مرحله تحولی اوج نیازمند حذف درختان بسیار قطور و اجرای عملیات پرورشی روی تجدید حیات طبیعی در محل روشنه‌های حاصل از خشک‌دارها یا درختان قطور و مسن قطع‌شده‌ای است که به ایجاد فاز تجدید حیات طبیعی و تجدید نسل منجر خواهد شد.

توسط ریشه‌های نونهال‌ها و نهال‌ها اشغال می‌شود. با این توصیف، میانگین تنوع بی‌مهرگان خاک‌زی مرحله پوسیدگی راشستان منطقه بالابند هفت‌خال در مقایسه با مرحله‌های تحولی اوج و اولیه کمترین مقدار را به‌ترتیب کاهش داشت [۹]. این پژوهش نشان داد که مرحله تحولی اوج، مناسب‌ترین فضا را برای تقویت غنا و تنوع بی‌مهرگان خاک‌زی فراهم آورد و مرحله‌های تحولی اولیه و پوسیدگی نیز به‌ترتیب کاهش در مرتبه‌های پایین‌تر جای گرفتند.

### نتیجه‌گیری

مجموعه درختان مرحله تحولی اوج به‌همراه افزایش زادآوری طبیعی و روشنه‌های حاصل از درختان خشکه‌دار

### References

- [1]. Sagheb-Talebi, Kh., Sajedi, T., and Pourhashemi, M. (2014). Forests of Iran: A Treasure from the Past, a hope for the Future. Vol. 10. Springer Science & Business Media, Springer, New York.
- [2]. Korpel, S. (1982). Degree of equilibrium and dynamical changes of the forest on example of natural forests of Slovakia. Acta facultatis forestalis zvolen, 24(1): 9-30.
- [3]. Sagheb-Talebi, Kh., Mattaji, A. and Zahedi Amiri, Gh. (2004). Stand structure and development stages in two different forest communities of oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) in northern Iran. In: Sagheb-Talebi, Madsen & Terazawa (eds.) Improvement and Silviculture of Beech. Proceedings from the 7<sup>th</sup> International Symposium, IUFRO Research Group 1.10.00. May 10-20. Tehran, Iran, 2007: 101-104.
- [4]. Alipour, A., and Mohammadnezhad Kiasari, Sh. (2017). Strategies for sustainable management of Iranian northern forests. Naghoos Press. Tehran.
- [5]. Oaten, D. K., and Larsen, K.W. (2008). Stand characteristics of three forest types within the dry interior forests of British Columbia, Canada: Implications for biodiversity. Forest Ecology and Management, 256(1-2): 114-120.
- [6]. Mohammadnezhad Kiasari, Sh., Mossadegh, H., Kialashaki, A., Asadollahi, F., and Kiadaliri, H. (2011). Soil invertebrates diversity of Brutain pine (*Pinus brutia* Ten.) and Cypress (*Cupressus sempervirens* var. *horizontalis*) afforestations in Kordkoy region. (2014). Iranian Journal of Forest, 6(3): 297-308.
- [7]. Fatemi Talab, S.R., Mataji, A., and Babai Kafaki, S. (2012). Determination of stand dynamic and its relationship with understory biodiversity in managed and unmanaged stands of Beech forests (Case study: Safarud forest). Iranian Journal of Forest, 4(3): 277-287.
- [8]. Forest Management plan. (2012). District 2 Haftkhal, Series 4 Mozisa, Neka forests. Published by Natural resources general office of Sari, Forest and rangelands organization of Iran. Sari, Mazandaran.
- [9]. Mohammadnezhad Kiasari, Sh. (2014). Assess the diversity of plants and invertebrates terricolous at development stages of oriental beech stands in Mazandaran (Case study: undisturbed region of Haftkhal). Final report of project, Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research center, Sari, Mazandaran.
- [10]. Rahmani, R., and Mayvan, H. Z. (2004). Diversity and assemblage structure of soil invertebrates in Beech, Hornbeam and Oak-Hornbeam forest types. Iranian Journal of Natural Resources Research, 56(4): 425-436.
- [11]. Mohammadnezhad Kiasari, Sh., Mahram, F., and Niknezhad, Y. (2015). Investigation of soil invertebrates diversity in the areas of afforestation, garden and farm in the Kiapey village of Sari, Mazandaran province. Journal of Natural Ecosystem of Iran, 6(2): 27-36.

- [12]. Donoso, P.J., and Nyland R.D. (2005). Seedling density according to structure, dominance and understory cover in old-growth forest stands of the evergreen forest type in the coastal range of Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 78(1): 51-63.
- [13]. Amiri, M., Rahmani, R., Sagheb-Talebi, Kh., and Habashi, H. (2014). Dynamics and Structural characteristics of a natural unlogged oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stand during a 5-years period in Shast Kalate Forest, Northern Iran. *Environmental Resources Research*. 1(2):107-129.
- [14]. Mohammadnezhad Kiasari, Sh., Sagheb-Talebi, K., Rahmani, R., and Akbarzadeh, M. (2012). Comparison of plants species diversity in natural forest and afforestations (Case study: Darabkola- Mazandaran). *Journal of Wood and Forest Science and Technology*, 19(4): 59-76.
- [15]. Amini, M. (2012). Appropriate characteristics of beech stands for application of close to nature Silviculture (selection system). Final report of project, Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Sari, Mazandaran.
- [16]. Shahnavaizi, H., Sagheb-Talebi, Kh., and Zahedi Amiri, Gh. (2005). Qualitative and quantitative evaluation of natural regeneration in gaps within beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stands of Caspian Region. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 13(2): 141-153.
- [17]. Parhizkar, P., Sagheb-Talebi, Kh., Mattaji, A., and Namiranian, M. (2011). Influence of gap size and development stages on the silvicultural characteristics of oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) regeneration. *Caspian Journal of Environmental Sciences*, 9(1): 55-65.
- [18]. Amanzadeh, B., Pourmahidian, M.R., Sagheb-Talebi, Kh., and Hojjati, S.M. (2015). Spatial pattern, competition and spatial association of trees in mixed Hornbeam stands using univariate and bivariate ripleys' k-function (case study: reserve area, district 3 of Asalem forests). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 23(1): 37-52.
- [19]. Sefidi, K., Maravie Mohadjer, M. R., Mosandle, R., and Copenheaver, C.A. (2011). Canopy gaps and regeneration in old-growth Oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stands Northern Iran. *Forest Ecology and Management*, 262(6): 1094-1099.
- [20]. Abrari Vajari, K., Jalilvand, H., Pourmajidian, M.R., Espahbodi, K., and Moshki, A. (2012). Effect of canopy gap size and ecological factors on species diversity and beech seedlings in managed beech stands in Hyrcanian forests. *Journal of Forestry Research*, 23 (2): 217-222.

## Assessment of plant and soil invertebrates diversity at development stages of natural beech stand, Haftkhal Forest (Mazandaran)

**Sh. Mohammadnezhad Kiasari\***; Res. Assistance Professor, Agriculture & Natural Resources Research & Education Center of Mazandaran, Mazandaran, I.R. Iran

**Kh. Sagheb-Talebi**; Associate Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, I.R. Iran

**R. Rahmani**; Associate Prof., Faculty of Forest Sciences, Gorgan University of Agriculture Sciences and Natural Resources, Gorgan, I.R. Iran

**D. Dastango**; Senior Forest Expert, Sari General Office of Natural Resources, Mazandaran, I. R. Iran

(Received: 20 February 2018, Accepted: 18 May 2018)

### ABSTRACT

This research was carried out with the aim of studying the status of natural regeneration and biodiversity (plants and soil invertebrates) of beech forest in three development stages including initial, optimal and decay. After identifying the development stages, one 1 ha sample plot was established in each development stage. Within each sample plot, 10 100 m<sup>2</sup> micro-sample plots were laid out as random-systematically. The values of natural regeneration, plant and soil invertebrates diversity in optimal, initial and decay stages have been recorded and estimated in 30 micro-sample plots. The results of this research showed that natural regeneration in the optimal stage was significantly greater than other stages (7.5 seedlings per 100 m<sup>2</sup>), while the differences of natural regenerations between the stages of initial (2.9 seedlings per 100 m<sup>2</sup>) and decay (2.8 seedlings per 100 m<sup>2</sup>) were not statistically significant. The plant diversity (Shannon-Wiener index) in the optimal stage had the highest values (2.375), whereas the decay stage had the lowest value (1.929). But the differences in the initial stage with other stages were not statistically significant. Also the differences of soil invertebrates diversity (Shannon-Wiener and Simpson indices) were not statistically significant in the studied stages. The decreasing of soil invertebrates diversity (Shannon-Wiener index) in these treatments was respectively as optimal, initial and decay. This research emphasizes the values of natural regeneration, plant and soil invertebrates diversity in optimal stage is better than initial and decay stages.

**Keywords:** Beech forest, Decay, Evenness, Initial, Optimal, Richness.

\* Corresponding Author, Email: ms.mohammadnezhadk@gmail.com, Tel: +989112550427